



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nl ungsschrift**
⑩ **DE 199 13 374 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 04 J 14/02
H 04 B 10/18
H 04 L 1/00

②① Aktenzeichen: 199 13 374.3
②② Anmeldetag: 24. 3. 1999
④③ Offenlegungstag: 19. 10. 2000

DE 199 13 374 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Krummrich, Peter, Dr.-Ing., 81379 München, DE

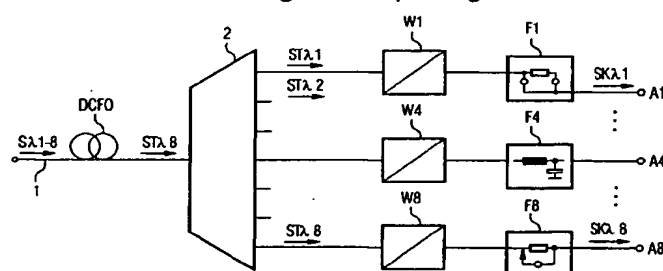
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
US 54 30 568 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Anordnung zur kanalindividuellen Dispersionskompensation eines Wellenlängen-Multiplexsignals

⑤⑦ In einem gemeinsamen Dispersionskompensator (DCF0) erfolgt zunächst eine Teilkompensation des Wellenlängen-Multiplex(WDM)-Signals (λ_{1-8}). Das teilkompensierte WDM-Signal wird in einem Wellenlängen-De-multiplexer (2) in einzelne teilkompensierte Kanalsignale (ST1-ST8) aufgeteilt, die in elektrische Signale umgesetzt und in Filtern (F1 bis F8) kompensiert werden.



DE 199 13 374 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur kanalindividuellen Dispersionskompensation eines Wellenlängen-Multiplexsignals nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In optischen Übertragungssystemen mit hohen Datenraten ergibt sich bei längeren Übertragungsstrecken häufig die Notwendigkeit, die von der Dispersion der Übertragungsfaser verursachten Verzerrungen des Datensignals zu kompensieren. Beispielsweise wird durch die Dispersion bei einer Datenrate von 10 Gbit/s die Übertragungslänge bei Standard-Monomoden-Fasern ohne Kompensation nicht wesentlich über eine Übertragungslänge von 100 km hinausgehen. In Einkanalsystemen läßt sich die Dispersionskompensation entsprechend der anfallenden Dispersion durchführen. Bei Wellenlängen-Multiplexsystemen (WDM) treten jedoch für die einzelnen Kanalwellenlängen in der Regel unterschiedliche Dispersionswerte auf. Im Idealfall sollte für jeden Kanal eine individuelle Dispersionskompensation durchgeführt werden.

Standardlösungen zur Dispersionskompensation von WDM-Signalen sind in Fig. 1 dargestellt. Zunächst erfolgt eine Vorkompensation durch eine dispersionskompensierende Faser DCF0 gemeinsam für alle WDM-Kanäle. Nach der Aufteilung eines empfangenen WDM-Signals $\lambda 1-8$ in einzelne teilkompensierte Kanäle bzw. Signale $ST\lambda 1-ST\lambda 8$ durch einen Wellenlängen (WDM)-Demultiplexer 2 erfolgt die Restkompensation beispielsweise durch eine dispersionskompensierende Faser DCF1, die an den Ausgang des WDM-Demultiplexers 2 angeschaltet ist. Eine Variante verwendet einen Zirkulator 4 mit einer dispersionskompensierenden Faser halber Länge DCF1/2, an deren Ende ein Reflektor R angeordnet ist.

Die dispersionskompensierenden Fasern weisen bei gleicher Länge eine stärkere Dispersion als die Übertragungsfaser auf, jedoch mit anderem Vorzeichen. In der Regel gelingt mit einer bestimmten dispersionskompensierenden Faser nur die Kompensation eines Übertragungskanals exakt, d. h. die anderen betroffenen Kanäle sind nicht optimal kompensiert. Es wird zwar versucht, die dispersionskompensierenden Fasern entsprechend der Übertragungsfaser auszulegen. Das gelingt jedoch meist nur unzureichend, da sich nicht beliebige Verläufe der Dispersion in Abhängigkeit von der Wellenlänge einstellen lassen und andererseits auch die verwendeten Übertragungsfasern Exemplarstreuungen aufweisen.

In realisierten Systemen muß deshalb der Dispersions-Toleranzbereich der Empfänger zumeist so breit ausgelegt werden, daß sie auch Signale in unzureichend kompensierten Kanälen fehlerfrei detektieren können. Wenn die Restdispersionswerte der Einzelkanäle stärker voneinander abweichen, engt dies aber den Toleranzbereich erheblich ein.

Weiterhin können zusätzliche Signalverzerrungen durch nicht lineare Effekte der Übertragungsfaser den Toleranzbereich einengen. Der Hauptnachteil der vorstehend beschriebenen Möglichkeiten besteht darin, daß sie für realen Einsatz nur schwer praktikabel sind, da eine individuelle Kompensation schwer durchführbar ist.

Eine weitere Variante verwendet ebenfalls einen Zirkulator 5, an dessen Mittleren Anschluß jeweils ein gechirptes (nicht gleichmäßiges) Fasergitter 6 angeschlossen ist. Diese Fasergitter werden mit bestimmten Dispersionswerten geliefert, die durch mechanisches Verspannen noch geringfügig geändert werden können. Ein wesentlicher Nachteil der gechirpten Fasergitter besteht in ihren Schwankungen des Phasenganges. Diese Schwankungen führen zu zusätzlichen Signalverzerrungen, welche die Vorteile der kanalselektiven Dispersionskompensation zum großen Teil wieder zunichte

machen können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Dispersionskompensation anzugeben, die eine kanalindividuelle Anpassung mit geringem Aufwand ermöglicht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand Fig. 2 näher erläutert.

An eine optische Übertragungsfaser 1 ist eine dispersionskompensierende Faser DCF0 angeschaltet, die vom WDM-Signal $\lambda 1-8$ durchlaufen wird. Die dispersionskompensierende Faser (es kann auch ein breitbandiges gechirptes Fasergitter verwendet werden) ist beispielsweise so dimensioniert, daß zumindest die meisten WDM-Kanäle bzw. Kanalsignale $SK1-SK8$ leicht unterkompensiert sind. Dieses vorkompensierte WDM-Signal $ST\lambda 1-8$ wird einem Wellenlängendemultiplexer 2 zugeführt, der als Filter für die einzelnen Kanäle bzw. Kanalsignale arbeitet und jedes der teilkompensierten Signale $ST\lambda 1-ST\lambda 8$ an einem separaten Ausgang abgibt. Die einzelnen Signale werden in Wandlern $W1-W8$ in analoge oder digitale elektrische Signale umgesetzt und jeweils einem Filter $F1-F8$ zugeführt. Wenn in Sonderfällen in einem der Kanäle bereits eine optimale Kompensation erfolgt ist, kann das Filter entfallen. Die Filter können als Transversalfilter oder rekursive Filter ausgebildet sein. Besonders vorteilhaft sind Transversalfilter, da diese sich auch bei im Betrieb befindenden Systemen optimiert werden können.

Ein Transversalfilter zweiter Ordnung reicht im allgemeinen für eine zufriedenstellende Kompensation aus. Die Filterkoeffizienten werden aufgrund von Messungen der Signalqualität optimiert. Die kompensierten Signale $SK\lambda 1$ bis $SK\lambda 8$ werden an Ausgängen $A1$ bis $A8$ – ggf. jeweils über einen Verstärker – einer Abtaststufe oder anderen geeigneten Empfangseinrichtung zugeführt.

Patentansprüche

1. Anordnung zur kanalindividuellen Dispersionskompensation eines Wellenlängen-Multiplex(WDM)-Signals, bei der dieses in einzelne Kanalsignale ($SK1$ bis $SK8$) zerlegt wird, die individuell kompensiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein gemeinsamer Dispersionskompensator (DCF0) vorgesehen ist, dem das WDM-Signal ($\lambda 1-8$) zugeführt wird, daß ein Wellenlängen-Demultiplexer (2) vorgesehen ist, dem das derart teilkompensierte WDM-Signal ($ST\lambda 1-8$) zugeführt wird, das in einzelne teilkompensierte Kanalsignale ($ST\lambda 1$ bis $ST\lambda 8$) aufgeteilt wird, daß an die Ausgänge des Wellenlängen-Demultiplexer (2) jeweils ein optoelektrischer Wandler ($W1$ bis $W8$) und ein diesem nachgeschaltetes Filter ($F1$ bis $F8$) zur Restkompensation angeschaltet ist, so daß daß an Ausgängen ($A1$ bis $A8$) der Filter kompensierte Signale ($SK\lambda 1$ bis $SK\lambda 8$) abgegeben werden.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß elektrooptische Wandler ($W1$, $W8$) vorgesehen sind, die die teilkompensierten Kanalsignale ($ST\lambda 1$ bis $ST\lambda 8$) in elektrische Digitalsignale umsetzen, die digitalen Filtern ($F1$, $F8$) zugeführt werden.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß elektrooptische Wandler ($W4$) vorgesehen sind, die die teilkompensierten Kanalsignale ($ST\lambda 1$ bis $ST\lambda 8$) in elektrische Analogsignale umsetzen, die mit analogen Bauelementen realisierten Filtern ($F4$) zugeführt werden.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß Filter ($F1$ bis $F8$) zweiter Ordnung vorgesehen sind.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als gemeinsamer Dispersionskompensator (DCF0) eine dispersionskompensierende Faser oder ein breitbandiges gechirptes Fasergitter vorgesehen ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemeinsamer Dispersionskompensator (DCF0) vorgesehen ist, der eine geringfügige Unterkompensation des der einzelnen Kanalsignale bewirkt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

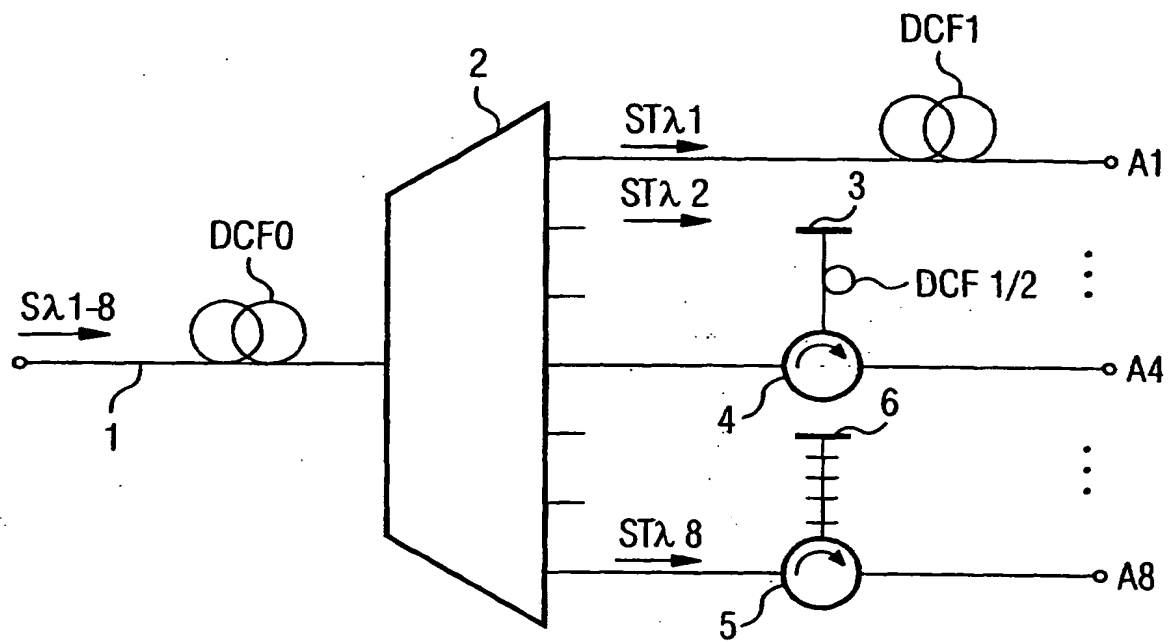


FIG 2

